



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 41 24 192 A 1**

⑤1 Int. Cl. 5:  
**G 01 S 17/10**  
G 01 S 17/88

②1 Aktenzeichen: P 41 24 192.4  
②2 Anmeldetag: 20. 7. 91  
④3 Offenlegungstag: 21. 1. 93

DE 41 24 192 A 1

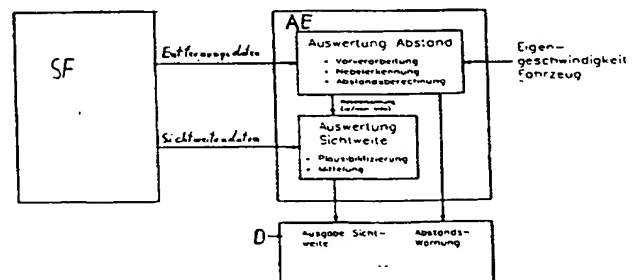
⑦1 Anmelder:  
Dornier Luftfahrt GmbH, 8031 Weßling, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Kasseckert, R., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Ass., 7990  
Friedrichshafen

⑦2 Erfinder:  
Eibert, Max, Dr.rer.nat., 7990 Friedrichshafen, DE;  
Lux, Peter, Dr.rer.nat., 7994 Langenargen, DE;  
Hopfmüller, Harald, Dipl.-Phys., 7778 Markdorf, DE;  
Schaefer, Christoph, Dr.rer.nat., 7772  
Uhldingen-Mühlhofen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Abstandsmeßgerät oder Abstandswarngerät

⑤7 Abstandsmeßgerät oder Abstandswarngerät für Fahrzeuge, mit einem Sensorfrontend (SF), mit einem oder mehreren Lichtsendern, insbesondere Infrarotsendern, die nach vorne weisende Keulen haben, mit einem oder mehreren Lichtempfängern, wobei aus den Laufzeiten der reflektierten Pulse Entfernungsdaten gewonnen werden, und mit einer Auswerteeinheit (AE), die die Abstände berechnet und anzeigt oder eine Abstandswarnung gibt, (Fig. 1).



DE 41 24 192 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Abstandsmeßgerät oder ein Abstandswarngerät für Kraftfahrzeuge.

Gesetzliche Vorschriften regeln den Mindestabstand von Kraftfahrzeugen. So müssen z. B. Lastkraftwagen auf Autobahnen mindestens 50 m Abstand halten. Sinnvoll ist ein Gerät, das den Fahrer dahingehend informiert, ob er zu dicht auffährt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Gerät vorzuschlagen, das dem Kfz-Fahrer den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug anzeigt oder ihn warnt, falls der Abstand zu gering ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst von einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Ausführungen der Erfindung sind Gegenstände von Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß wird die Laufzeit von Lichtpulsen (bevorzugt Infrarotpulsen) gemessen und daraus der Abstand berechnet. Gegenstände der Unteransprüche sind Details der Auswertung, wie die Validierung der Entfernungswerte, die Darstellung eines Szenenmodells oder die Berechnung der Nebelwahrscheinlichkeit. In einer bevorzugten Ausführung wird parallel dazu eine Sichtweitenauswertung durchgeführt, die sich im wesentlichen auf die Intensität des rückgestreuten Lichtes stützt.

Die Erfindung wird anhand von sieben Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Sichtweiten- und Abstandsmessung,

Fig. 2 ein Blockschaltbild eines Sensorfrontends einer solchen Vorrichtung,

Fig. 3, 4 und 5 die Sendekeulen und die Detektionsbereiche der verschiedenen Kanäle,

Fig. 6 eine erfindungsgemäße Auswertung,

Fig. 7 eine erfindungsgemäße Vorverarbeitung.

Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau eines erfindungsgemäßen Geräts für die Abstandsmessung und für die Sichtweitenmessung. Das Gerät ist in die drei funktionalen Hauptgruppen unterteilt:

- Sensorfrontend SF, das die Optik, die optoelektronischen Komponenten (GaAs-Laserdioden, Empfängerdioden) sowie die analogen Schaltkreise für die Abstands- und Sichtweitenmessung enthält und die A/D-Wandlung durchführt.
- Die Auswerteeinheit AE, die vom Sensorfrontend SF die digitalisierten Entfernungs- und Sichtweitenrohdaten empfängt und weiterverarbeitet.
- Die Ausgabeeinheit (Display D).

Sensorfrontend SF und Auswerteeinheit AE sind z. B. durch je eine 8-Bit-Parallelschnittstelle für die Sichtweiten- und Abstandsmeßfunktion miteinander verbunden. Die dort übergehenden Entfernungsdaten liegen z. B. zwischen 20 und 100 m, die Auflösung bei 30 cm, der Takt bei 6 kHz. Die Sichtweitendaten liegen z. B. zwischen 20 und 300 m, die Auflösung bei einem Meter, der Takt bei 6 kHz.

In der Auswerteeinheit AE wird die "Auswertung Abstand" aus den Entfernungsdaten durchgeführt, die im wesentlichen aus den Punkten Vorverarbeitung, Nebelerkennung und Abstandsberechnung besteht. Für die Abstandsberechnung ist die Information über die Eigengeschwindigkeit des Fahrzeugs nötig. Sie wird dem Gerät über eine geeignete elektrische Schnittstelle zur

Verfügung gestellt. In der Auswerteeinheit AE ist dann noch eine "Auswertung Sichtweite" installiert, die aus den Sichtweitendaten und der Nebelerkennungsinformation durch Plausibilisierung und Mittelung die Ausgabe der Sichtweite durchführt. Auf den Display D können dann z. B. ständig der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug und die Sichtweite angezeigt werden. Möglich ist ebenso, bei einer gewissen Sichtweitenstufe oder beim Unterschreiten eines bestimmten Abstandes eine Warnung auszugeben. Bei reduzierter Reichweite des Gerätes, z. B. bei Nebel, kann ebenfalls eine entsprechende Warnung ausgegeben werden. Die Sichtweite und der Abstand können in Symbolen oder in Stufen angezeigt werden, die Stufenweite kann z. B. bei 20, 30, 50, 70, 100, 150 und 200 m liegen.

Als Einbauort für das Frontend empfiehlt sich bei z. B. PKW's ein Platz hinter der Frontscheibe, möglichst im Bereich der Wischerblätter, um ein eigenes Reinigungssystem einzusparen.

Fig. 2 zeigt eine Ausführung eines Sensorfrontends. Das Sensorfrontend SF enthält die optischen Komponenten Sendeoptik SO, Empfangsoptik EO, die Infrarotsendeelemente (Sendedioden SD, ein Laserdiodenarray von sechs Stück sowie eine PIN-Diode, eine Empfangsdiode, die die Amplitude des ausgesandten Lichts mißt und so eine Referenzinformation für die Normierung bereitstellt), Empfangselemente (Empfangsdioden ED, angeordnet zu einem Empfangsarray, hier z. B. sechs Avalanche-Dioden). In der Ausführung mit Sichtweitenanzeige ist eine zusätzliche PIN-Diode (SWD) vorgesehen, die Senderansteuerung SA sowie die analogen Schaltkreise für die Entfernungsmessung und für die Sichtweitenmessung.

Die Entfernungsmessung geschieht nach dem TOF (time-of-flight, Laufzeitmessung) Prinzip. Es werden hier Galliumarsenid-Laserdioden von 0,9 µm Wellenlänge (IR-Bereich) zur Emission sehr kurzer Pulse (40 ns) verwendet. Die Laufzeit eines Pulses zwischen Sendung und Empfang wird gemessen und in eine Entfernung umgerechnet. Als Empfänger dienen hier Silizium-Avalanche-Dioden. Die Genauigkeit einer Einzelmessung liegt bei ca.  $\Delta r \approx \pm 0.5$  m. Durch Mittelung vieler Einzelmessungen wird diese Auflösung auf ca. 0.3 m gesenkt.

Fig. 3 zeigt eine Ausführung der Sendeoptik SO und der Empfangsoptik EO. Es ist in diesem Beispiel eine lineare Zeile von je sechs Sendedioden SD und sechs Empfangsdioden ED verwendet. Die Zeilen der Sendedioden SD und der Empfangsdioden ED sind horizontal ausgerichtet. Die Figur zeigt die von den Dioden überstrichenen Bereiche und eine beispielhafte Bemaßung. Dabei sind als Diodenabstände 1.2 mm, als Diodendurchmesser 0.14 mm und als Abstand der Objektive 10 mm gewählt. Die Apertur beträgt 30 mm, die Brennweite der beiden Linsen, die dem Sender und dem Empfänger zugeordnet sind, je 70 mm. Nicht gezeigt ist eine Alternative zu der Sendediodenreihe oder der Empfängerdiode, nämlich je eine Sende- und eine Empfangsdiode, die mit einem mechanischen Scanner mit oder ohne Glasfasern verbunden sind.

In Fig. 3 ist erkennbar, daß zu jeder Senderdiode SD ein bestimmter beleuchteter Bereich (Sendekeule) gehört. Ebenso entspricht jeder Empfängerdiode ein bestimmter Bereich. Für zwei der Dioden sind diese Bereiche in Fig. 3 eingezeichnet.

Fig. 4 zeigt die für die Entfernungsmessung relevanten Detektionsbereiche von drei verschiedenen Kanälen. Die in Fig. 3 angedeuteten verschiedenen Sende-

und Empfangskeulen ergeben zusammen sechs zugehörige Scan-Richtungen, die hier einen (ebenen) Fächer mit einem Öffnungswinkel von  $5^\circ$  bilden. Die horizontalen Ablenkwinkel der einzelnen Scan-Richtungen betragen beispielhaft (auf die Fahrzeuglängsachse bezogen):

$-2,5^\circ, -1,5^\circ, -0,5^\circ, 0,5^\circ, 1,5^\circ, 2,5^\circ$ .

Bei einer Meßentfernung von 80 m entspricht dies zwar theoretisch einer lateralen Auflösung von nur 1,40 m. Durch die beim Fahren unvermeidliche Gierbewegung des Fahrzeugs ist die tatsächliche Auflösung wegen des hohen Sensortaktes jedoch im Dezimeterbereich, auch bei verschwindender Strahldivergenz.

Die erfaßte Szenenbreite ist bei 80 m Entfernung ca. 7 m. Folglich ist ein Nachführen des Sensors in Autobahnkurven mit Radien  $\rho > 1100$  m nicht nötig. Die sechs Scan-Richtungen definieren einen nahezu horizontalen, ebenen Fächer, dessen exakter Depressionswinkel gegenüber der Fahrzeuglängsachse von der Justierung des Sensors im Fahrzeug abhängt. Durch die bei der Fahrt unvermeidliche Nickbewegung des Fahrzeugs wird nicht ausschließlich das vorausfahrende Fahrzeug erfaßt, sondern der Sensor blickt zeitweise auf die Straße hinter das vorausfahrende Fahrzeug und zeitweise über das Fahrzeug hinweg. Dieser Tatsache wird bei der Signalverarbeitung Rechnung getragen. Bei unbeschleunigter Bewegung ist der Fahrzeugnickwinkel im Mittel derselbe wie im Stand, so daß der interessierende Höhenbereich vom Sensor hinreichend oft erfaßt wird (hoher Sensortakt). Es kann vorteilhaft sein, den Sensor mit festem Depressionswinkel  $\vartheta \approx -1^\circ$  in die Fahrzeugkabine einzubauen. Da mit Nickwinkelschwankungen bei der Fahrt von  $\pm 4^\circ$  gerechnet wird, sollte dieser Einbau ausreichen. Sollte der Nickwinkel im Stand stark von der Fahrzeugbeladung abhängen, kann zusätzlich eine Nachführung der Sensorachse vorgesehen sein. Diese Nachführung kann bei Fahrtantritt manuell oder automatisch stattfinden.

Eine hohe Zeilenfrequenz des Sensors (Sensortakt) ist für eine gute Signalverarbeitung vorteilhaft. Es ist z. B. eine Zeilenfrequenz von 1000 Hz vorgesehen. Bei sechs Sendedioden bedeutet dies eine mittlere Pulsfrequenz von 6 kHz. Der zulässige Wertebereich für die gemessene Entfernung beträgt zwischen 20 und 100 m. Die Übertragung der einzelnen Entfernungsmeßwerte an den Signalverarbeitungsprozessor geschieht im 8-Bit-Format. Dies entspricht einer Entfurnungsauflösung von ca. 0,3 m.

Fig. 5 zeigt schematisch eine zusätzlich mögliche Sichtweitenmessung. Die Sichtweite wird aus der Intensität von rückgestreutem IR-Laserlicht ermittelt. Als Lasersender werden die sechs Laserdioden SD verwendet, die für die Abstandsmessung vorgesehen sind, sowie eine siebte Laserdiode, die ausschließlich für die Sichtweitenmessung benutzt wird. Als Empfänger ist eine (einzige) PIN-Diode vorgesehen, die am Rand der Empfangsdioden ED für die Entfernungsmessung plziert ist. Das Gesichtsfeld der Sichtweiten-PIN-Diode (SWD) schneidet alle sieben Sendekeulen in einem Abstand zwischen 1 m und 20 m vor dem Fahrzeug. Dieser Schnittbereich definiert für alle Kanäle ein Meßvolumen  $V_i$  ( $i = 1$  bis 7) für die Sichtweitenmessung, wobei  $V_i$  unterschiedlich groß ist für die einzelnen Kanäle. Das aus dem Meßvolumen gestreute Signal wird mit Hilfe eines entsprechenden Zeittors separiert und mit einem Ladungsverstärker aufintegriert. Um Schwankungen in der Sendeleistung zu berücksichtigen, wird die Ladung

mit dem zeitlich integrierten Referenzsignal normiert. Der Quotient wird mit Hilfe von kanalspezifischen Eich-tabellen in eine Sichtweite umgerechnet.

Ein mögliche erfindungsgemäße Auswertung in der Auswerteeinheit AE wird anhand der Fig. 6 und 7 dargestellt. Fig. 6 zeigt ein Blockschaltbild für die Sichtweiten- und die Abstandsmessung. Wesentliche Komponenten sind die sechs "Vorverarbeitungen Einzelkanal", die "Nebelerkennung", die eigentliche "Sichtweitenauswertung" und die "Abstandsberechnung".

Inputdaten sind:

- Entfernungsdaten (für jeden der sechs Kanäle)
- Sichtweitendaten (für jedes der sieben Meßvolumen)
- Fahrzeugeigengeschwindigkeit.

Outputdaten sind:

- Sichtweite in z. B. sieben Stufen
- Abstandswarnung (ja/nein) oder Anzeige des Abstandes in verschiedenen Stufen.

Die Entfernungsdaten der einzelnen Kanäle werden separat vorverarbeitet. Mit reduzierter Datenrate werden danach eine Wahrscheinlichkeit für Nebel sowie validierte Entfernungsdaten weitergegeben. "Validierte Entfernungsdaten" sind solche Entfernungsdaten, die mit großer Wahrscheinlichkeit von vorausfahrenden Fahrzeugen stammen. Die validierten Entfernungsdaten aller sechs Kanäle werden in einem Modul "Abstandsberechnung" zusammengeführt und dienen dort zur Aktualisierung eines Szenenmodells. Aus dem Szenenmodell wird der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug abgeleitet. Unter Berücksichtigung der aktuellen Eigengeschwindigkeit des Fahrzeugs kann damit die Variable für die Abstandswarnung auf "ja" oder "nein" gesetzt werden. Die "Wahrscheinlichkeit für Nebel" bei den einzelnen Kanälen ist das Ergebnis einer statistischen Analyse bei der Vorverarbeitung. Die Wahrscheinlichkeiten für Nebel werden im Modul "Nebelerkennung" zusammengeführt und verglichen. Daraus folgt eine Bewertung, ob Nebel vorhanden ist oder nicht. Diese Information wird an das Modul "Sichtweitenauswertung" weitergereicht, welches dann aus den Sichtweitendaten die gültige Sichtweite ermittelt.

Die einzelnen Verfahrensmodule sind in den folgenden Unterabschnitten beschrieben.

Die Vorverarbeitung ist anhand der Fig. 7 näher erläutert. Fig. 7 zeigt schematisch das Modul "Vorverarbeitung Einzelkanal" mit dem Input "Entfernungsdaten" und dem Output "Wahrscheinlichkeit für Nebel" und "validierte Entfernungsdaten zu vorausfahrendem Fahrzeug". Der Modul besteht aus den Bauteilen "Bereichsüberprüfung", "Nebelstatistik" und "Objektfilter", die nachfolgend beschrieben werden.

#### Bereichsüberprüfung

Jeder in das Modul Vorverarbeitung eingehende Entfernungsmeßwert wird daraufhin überprüft, ob er die zulässige Mindestentfernung (z. B. 20 m) überschreitet. Andernfalls wird er nicht weiterverarbeitet. Die auf dieser Bereichsüberprüfung hervorgehenden Werte werden in den zwei unabhängigen Modulen Nebelstatistik und Objektfilter weiterverarbeitet.

#### Nebelstatistik

Dieses Modul führt eine Nebelstatistik durch. Nebel

oder andere Sichtbehinderungen werden daran erkannt, daß sich ein hoher Prozentsatz aller Meßwerte statistisch über einen bestimmten Meßbereich verteilt. Diese Statistik wird über eine längere Zeitdauer durchgeführt (ca. 10 s). Die Analyse der Statistik führt zu einem Wahrscheinlichkeitswert für Nebel auf diesem Kanal. Dieser Wert wird mit entsprechend niedriger Datenrate ausgegeben.

#### Objektfilter

Das zweite Modul, Objektfilter, extrahiert Entfernungswerte, die mit hoher Wahrscheinlichkeit zu vorausfahrenden Fahrzeugen gehören.

Solche Meßwerte werden über längere Zeiträume (z. B.  $\Delta t = 0.2$  s) den geringsten Schwankungen unterliegen. Stationäre Objekte — also Objekte mit hoher Relativgeschwindigkeit — verursachen eine große Standardabweichung ebenso wie nahezu tangential zur Strahlrichtung verlaufende Strukturen (Straße, Leitplanken). Letzteres ist erstens durch die Physik der Rückstreuung des Laserlichts und zweitens durch die Gier- und Nickbewegung des Fahrzeugs bedingt.

Es werden daher der Mittelwert  $\mu$  und die Standardabweichung  $\sigma$  von ca. 200 Meßwerten bestimmt, die im Zeitraum  $\Delta t$  anfallen. Ein kleiner Prozentsatz von "Ausreißern" kann bei der Berechnung von  $\mu$  und  $\sigma$  ausgelassen werden, Prinzip des sogenannten "sliding average".  $\mu$  ist nur dann validierter Entfernungswert, wenn  $\sigma$  einen Höchstwert  $\sigma_{\max}$  nicht überschreitet. Ein validierter Entfernungswert  $\mu$  hat einen Fehler von z. B.  $\Delta\mu \approx 0.3$  m.

Das Ergebnis der Objektfilterung sind validierte Entfernungswerte, die vorwiegend von vorausfahrenden Fahrzeugen stammen. Eine weitere Validierung dieser Meßwerte kann im Modul "Abstandsberechnung" stattfinden, durch Vergleich mit einem aktuellen Szenenmodell.

Im folgenden werden beispielhaft die weiteren Komponenten der Fig. 6 näher beschrieben:

#### Nebelerkennung

Wenn z. B. vier der sechs Kanäle eine hohe oder niedrige Wahrscheinlichkeit für Nebel ausgeben, entscheidet sich das Modul "Nebelerkennung" für den Tatbestand "Nebel" bzw. "Sicht". Um im Grenzbereich zwischen Sicht und Nebel Oszillationen bei der Zustandsbestimmung zu vermeiden, werden die Entscheidungsparameter nach einem Zustandswechsel von Nebel nach Sicht oder von Sicht nach Nebel jeweils geringfügig variiert. Das Ergebnis des Moduls "Nebelerkennung" wird dann das Modul "Sichtweitenauswertung" weitergegeben. Dieses Modul führt seine Sichtweitenbestimmung aus den Sichtweitendaten nur beim Input "Nebel" durch.

#### Sichtweitenauswertung

In dem Auswertemodul für die Sichtweite werden zunächst die Sichtweitenwerte für jeden Kanal getrennt statistisch analysiert. Unterschreitet die Standardabweichung einen gewissen Wert, so gilt der entsprechende Mittelwert als validiert. Durch Vergleich der validierten Mittelwerte aller Kanäle findet eine weitere Plausibilitätsüberprüfung statt. Nur wenn deren Streuung innerhalb der Standardabweichung der Einzelkanalstatistik liegt, wird ein gemeinsamer Mittelwert gebildet. Dieser Wert wird noch zeitlich gemittelt und ergibt so den

Anzeigewert, der alle ca. 5 bis 20 s erneuert wird. Die Nebelerkennungsfunktion in der Auswertung der Entfernungswerte unterdrückt Fehlmessungen, die durch Reflexionen der Lichtstrahlung an festen Objekten im Meßvolumen verursacht werden könnten, zuverlässig. Eine Sichtweitenmessung wird in diesem Fall nicht durchgeführt.

#### Abstandsberechnung

Die gefilterten Meßwerte aller Kanäle (validierte Entfernungswerte) werden hier mit einem einfachen, zweiparametrischen Szenenmodell korreliert. Das Modell beinhaltet ein kastenförmiges Objekt konstanter Breite auf ebenem Untergrund. Die Modellparameter (Zustandsvariablen) sind die zweidimensionalen Positionskoordinaten dieses Objekts relativ zum Sensor. Die Korrelation wird z. B. alle 0.2 s durchgeführt. Dabei sind zwei Fälle zu unterscheiden, die sich auf die zuletzt vorgenommene Korrelation beziehen:

1. Es ist ein Objekt im Bild;
2. Es ist kein Objekt im Bild.

Im ersten Fall wird ein Modellansatz für die Dynamik des Objekts gemacht, die jeweils letzte Position des Objekts wird durch Korrelation mit neuerlichen Entfernungswerten diesem Ansatz entsprechend aktualisiert. Im zweiten Fall wird anhand der jeweiligen Entfernungswerte eine Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein des Objekts ermittelt. Die Umschaltung von Zustand 2 in Zustand 1 wird erst dann vorgenommen, wenn diese Wahrscheinlichkeit über längere Zeit hoch war und die jeweils ermittelten Objektpositionen übereinstimmen. Die Umschaltung von Zustand 1 in Zustand 2 geschieht dann, wenn eine modellkonsistente Aufdatung der Objektposition über längere Zeit nicht möglich war. Das Szenenverständnis wird also nicht aus einer einzelnen Datenzeile abgeleitet. Vielmehr wird der dynamische Prozeß unter ständiger Korrektur durch eingehende Daten modelliert. Aus der Kenntnis der Zustandsvariablen des Systems ergibt sich sofort der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug. Durch Vergleich mit dem Mindestabstand, der der eingegebenen aktuellen Fahrzeugeigengeschwindigkeit entspricht, kann über die Notwendigkeit der Ausgabe einer Abstandswarnung entschieden werden. Eine Einbeziehung der Straße in die Modellierung ist deshalb nicht möglich, weil bei nassem Straßenbelag vom Sensor keine endlichen Entfernungswerte gemessen werden. Um die Abstandsberechnung vom Straßenzustand unabhängig zu machen, werden die Entfernungswerte zur Straße im Objektfilter eliminiert.

#### Patentansprüche

1. Abstandsmeßgerät oder Abstandswarngerät für Fahrzeuge, mit einem Sensorfrontend (SF), mit einem oder mehreren Lichtsendern, insbesondere Infrarotsendern, die nach vorne weisende Keulen haben, mit einem oder mehreren Lichtempfängern, wobei aus den Laufzeiten der reflektierten Pulse Entfernungsdaten gewonnen werden, und mit einer Auswerteeinheit (AE), die die Abstände berechnet und anzeigt oder eine Abstandswarnung gibt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit einer mechanischen Ablenkheit eine Zeile oder ein zweidimensionales Abtast-

muster erzeugt wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine Vorverarbeitung und eine Auswertung, die die Entfernungsdaten nach statistischen Methoden validiert.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Auswertung mit einem Szenenmodell, anhand dessen aus den Daten eines gewissen Zeitraumes auf das Vorhandensein eines sich bewegenden Objekts und dessen Abstand geschlossen wird.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Vorverarbeitung in der Auswertung, die aus den Entfernungsdaten die Wahrscheinlichkeit für Nebel berechnet.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine Sichtweitenauswertung, wobei im Sensorfrontend (SF) eine zusätzliche Empfangsdiode vorgesehen ist, deren Gesichtsfeld die Sendekeulen der Lichtsender (SD) schneidet, und einer Auswertung, die aus der Intensität des rückgestreuten Lichts die Sichtweite ermittelt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Sichtweitenauswertung eine Mittelung oder eine Plausibilifizierung durchgeführt werden.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine zusätzliche Empfangsdiode, die Zeitpunkt und Amplitude des von den Lichtsendern ausgesandten Lichts mißt (Referenzinformation für die Normierung).

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

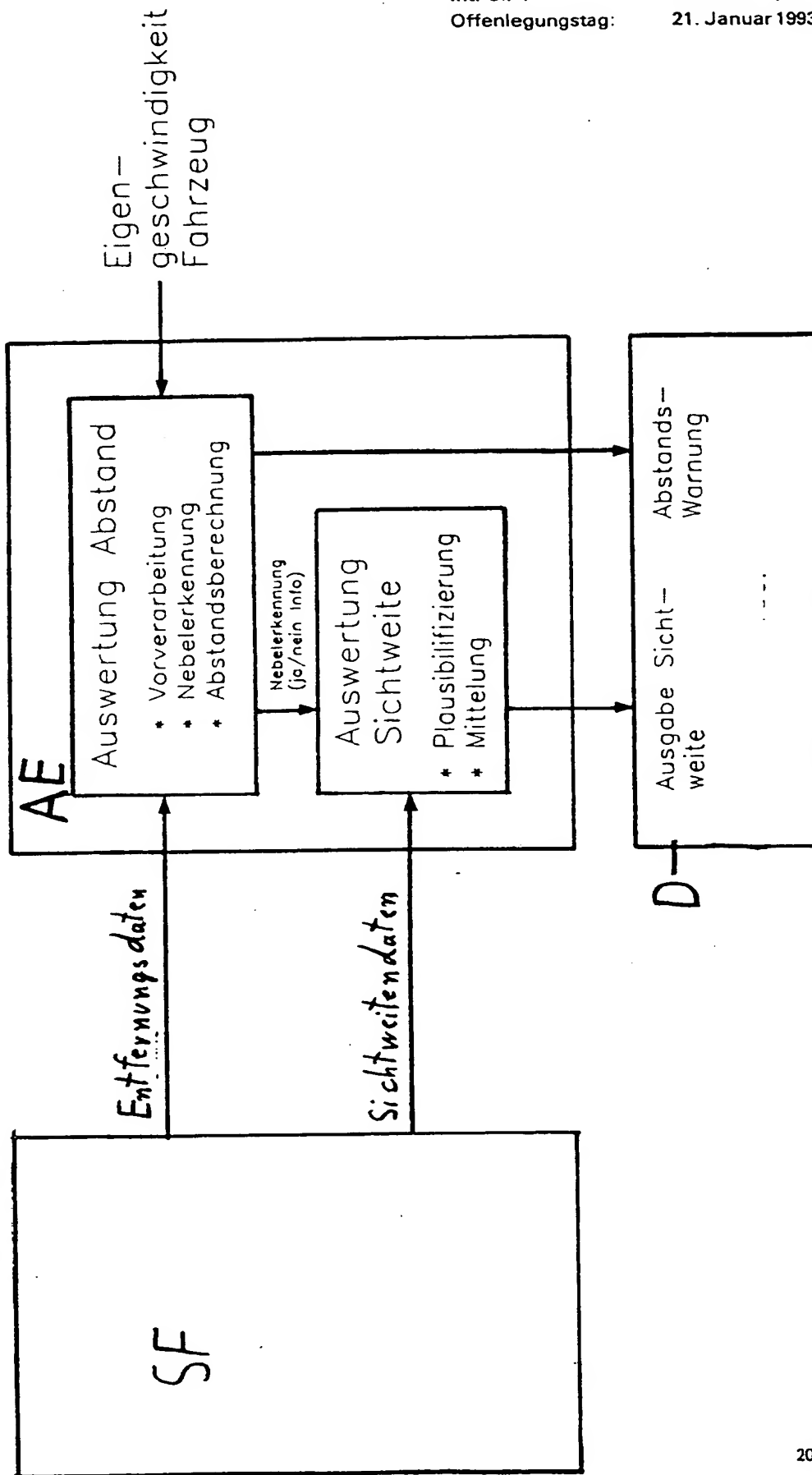


Fig. 2

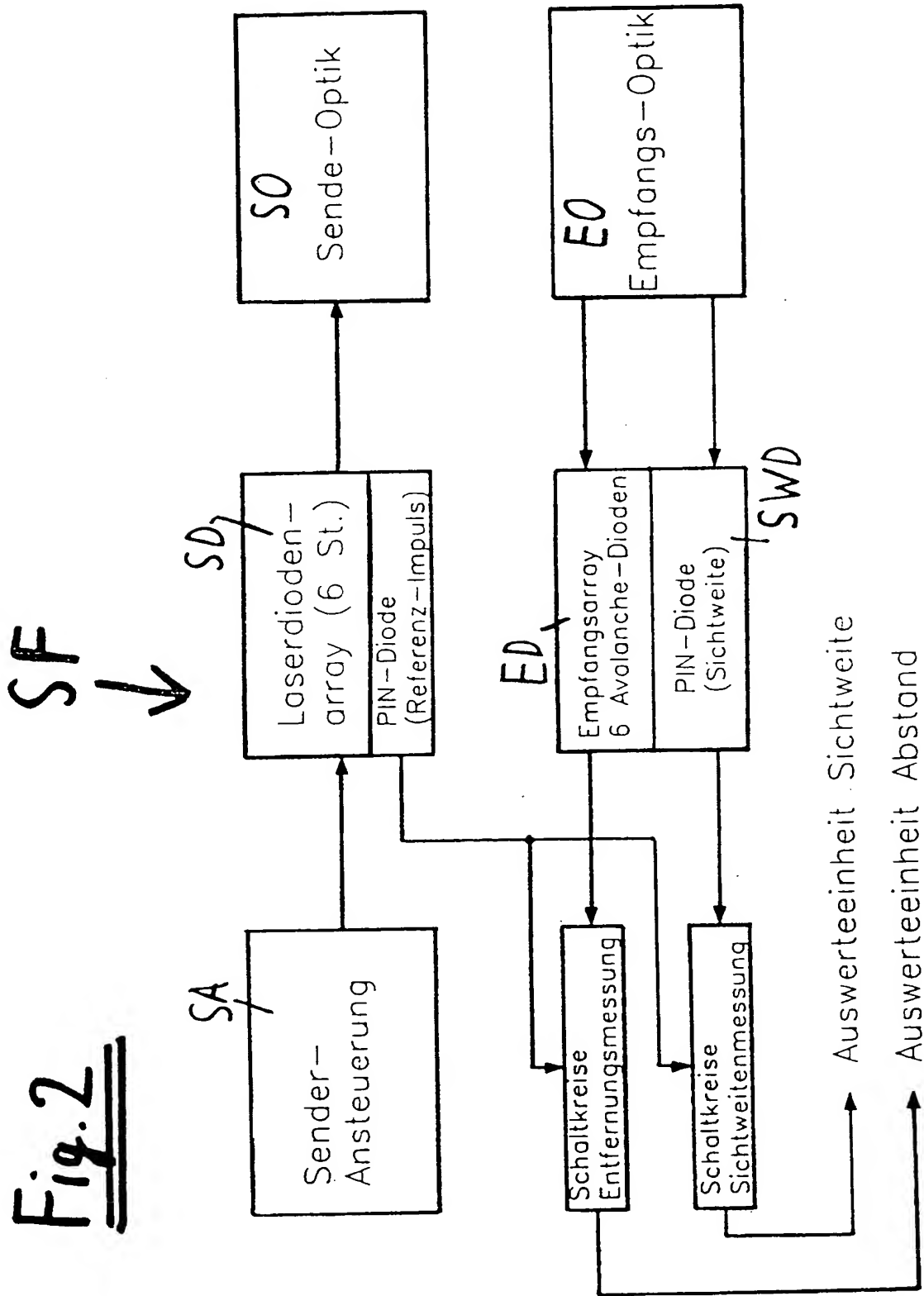
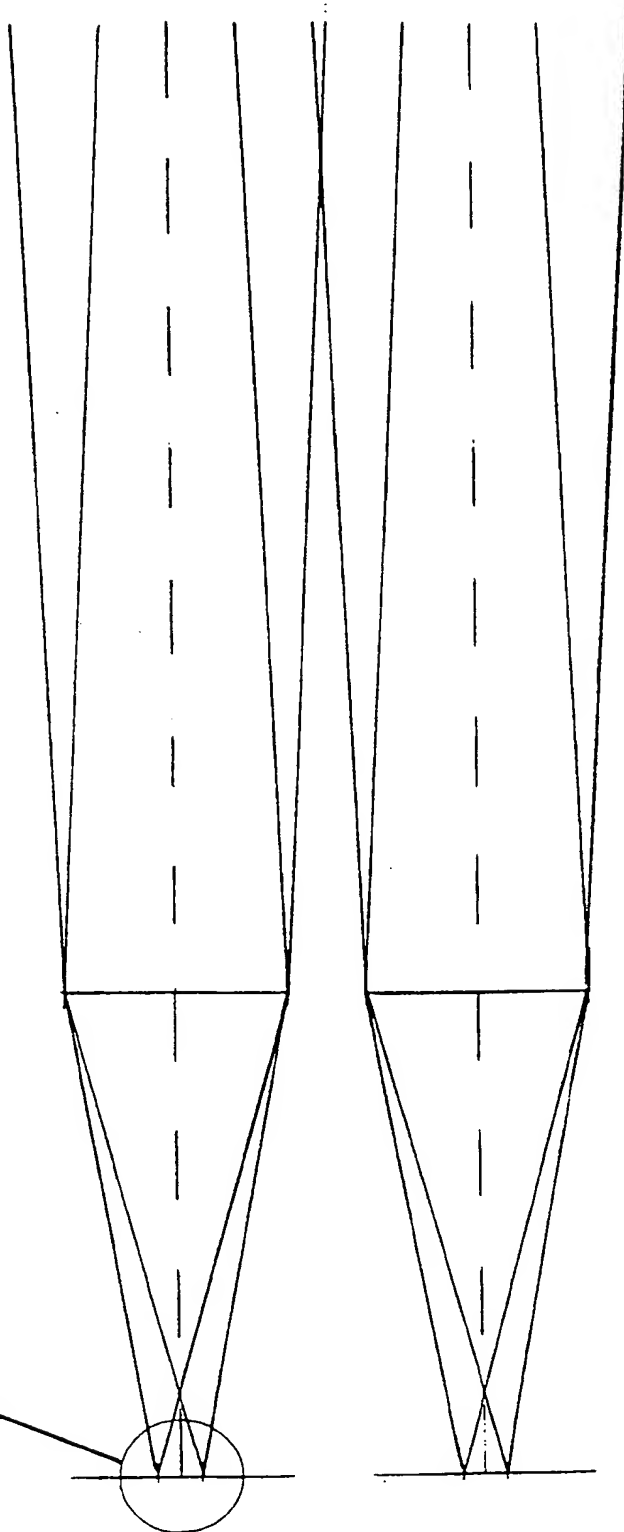
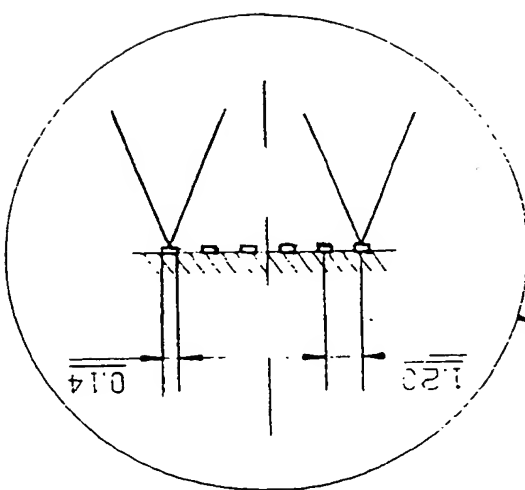


Fig. 3



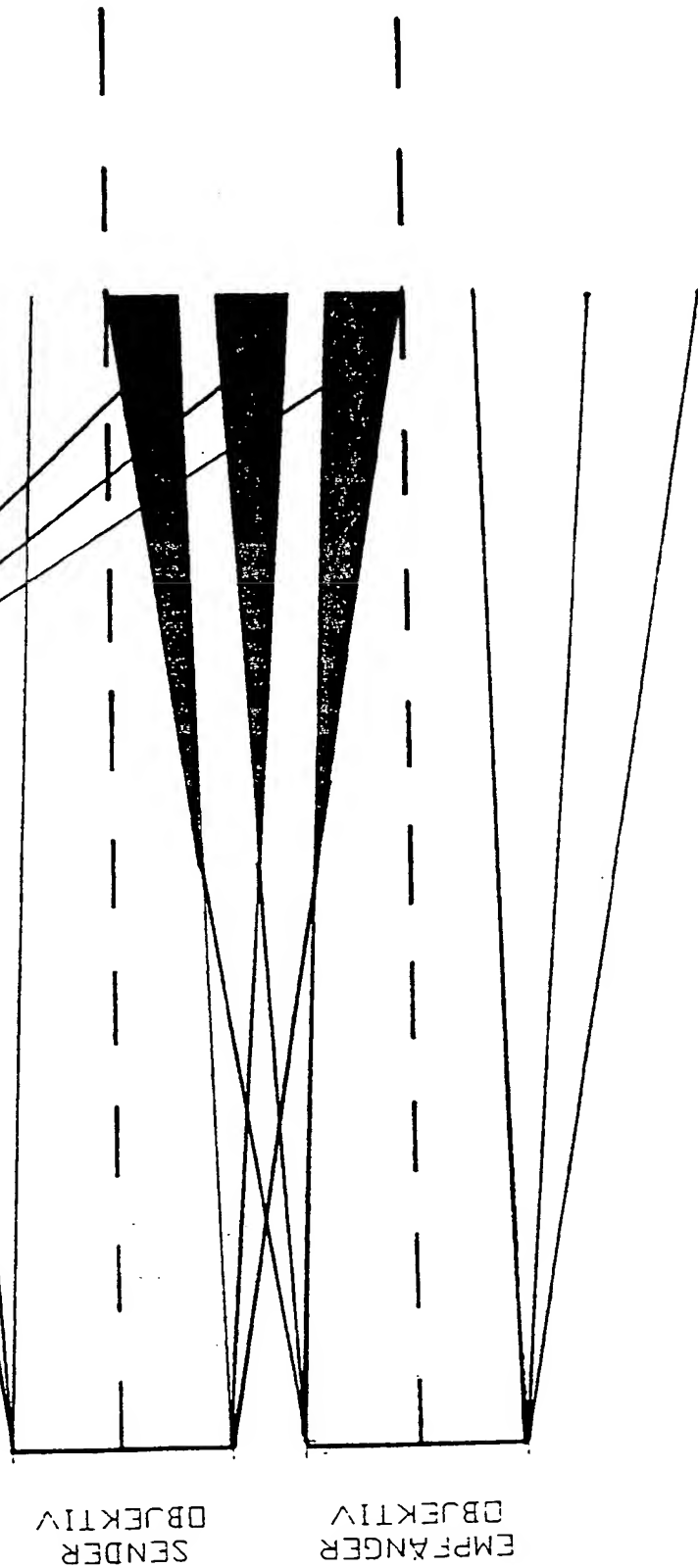
SENDER

EMPFÄNGER



Fig. 4

Detektionsbereiche verschiedener Kanäle

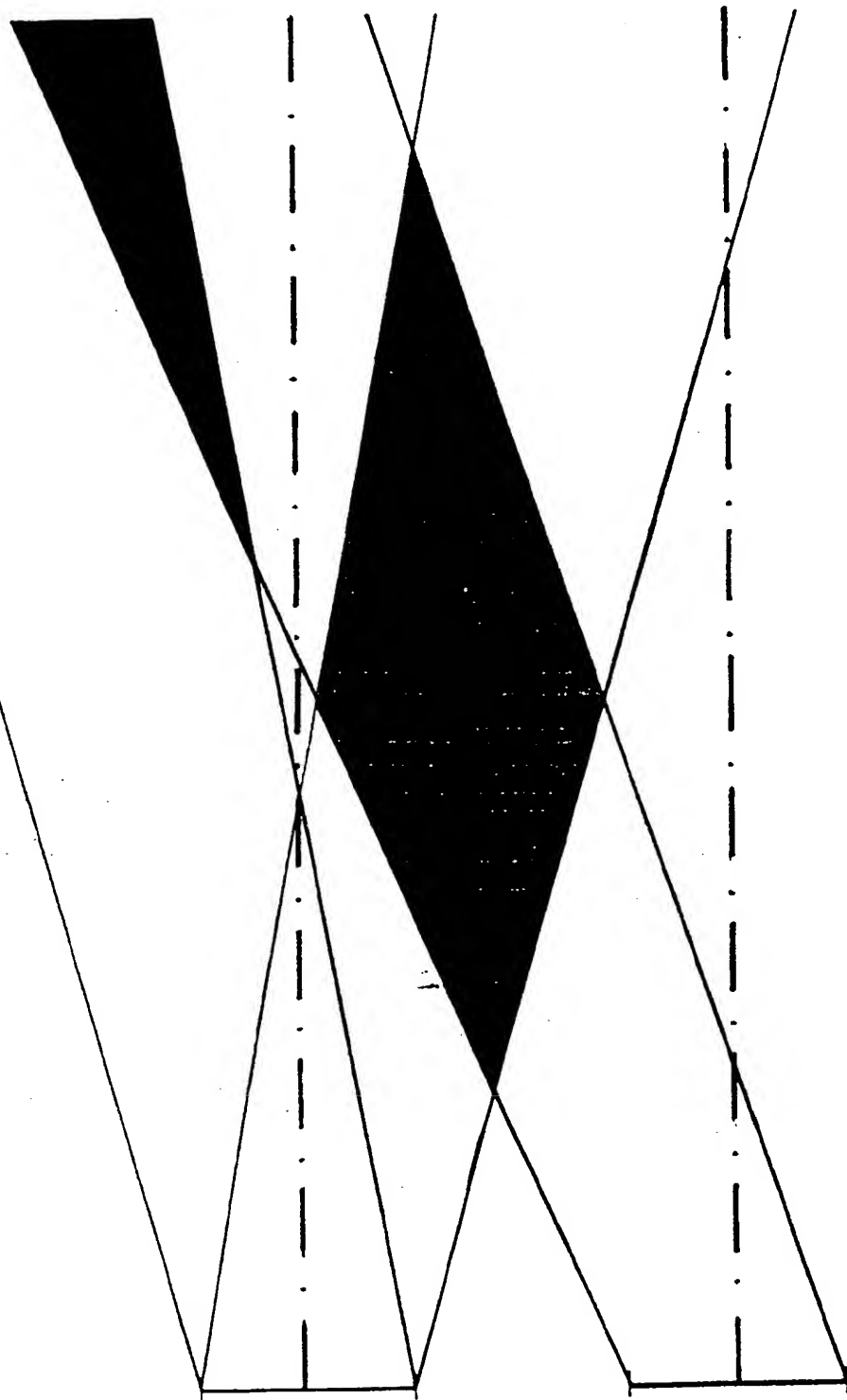


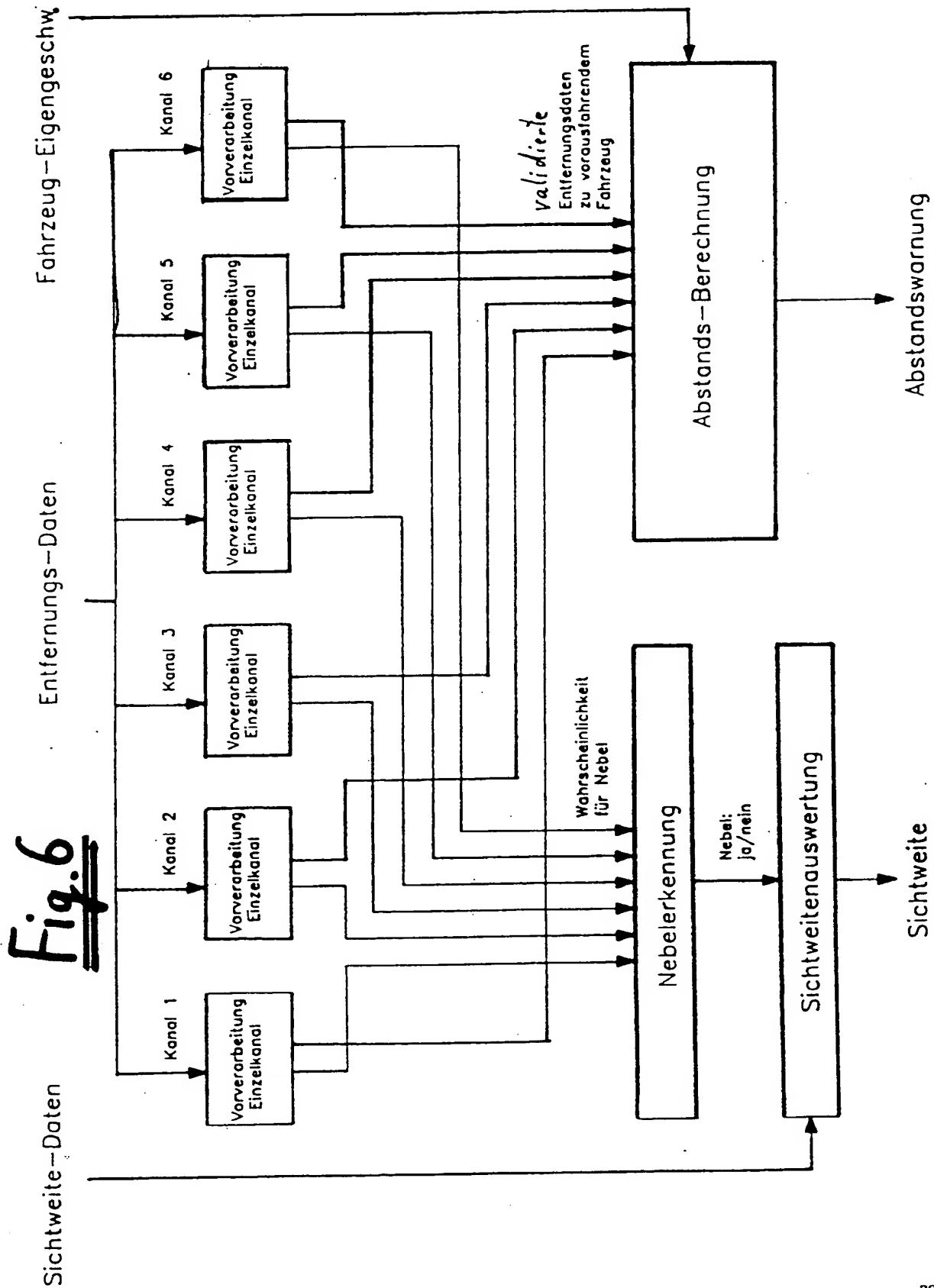
**Fig. 5**

Meßvolumen für die Nebelmessung  
(Dargestellt mit den Strahlkegeln  
der Kanäle 1 und 6)

SENDER  
OBJEKTIV

EMPFÄNGER  
OBJEKTIV





**Fig. 7**

Entfernungsdaten Einzelkanal

